

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-98220

(P 2 0 0 0 - 9 8 2 2 0 A)

(43) 公開日 平成12年4月7日 (2000. 4. 7)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード (参考)
G02B 13/00		G02B 13/00	2H087
3/08		3/08	9A001

審査請求 未請求 請求項の数9 F D (全5頁)

(21) 出願番号	特願平10-282083	(71) 出願人	000001270 コニカ株式会社 東京都新宿区西新宿1丁目26番2号
(22) 出願日	平成10年9月18日 (1998. 9. 18)	(72) 発明者	佐藤 康浩 東京都八王子市石川町2970番地 コニカ株式会社内
		(72) 発明者	山崎 敬之 東京都八王子市石川町2970番地 コニカ株式会社内
		(74) 代理人	100084607 弁理士 佐藤 文男 (外2名)

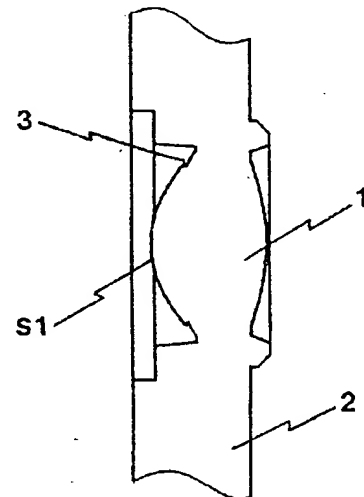
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光情報記録媒体の記録再生用対物レンズ

(57) 【要約】

【課題】 光ピックアップの対物レンズの構成により、ボビン部と一体に成形出来、集光光束径を規制できる対物レンズを得る。

【解決手段】 ボビン2と一体に成形された対物レンズ1の光源側の屈折面S1に、レーザ光源の波長と情報記録密度に応じて必要とされる光情報記録媒体側の開口数NAに対応する位置に、屈折面の法線方向が不連続に変化する部位として、段差3を設けることにより、不連続部3より外側の屈折面を通過した光束は、内側の光束の集光点には集光せず、記録再生に有効な光束径はこの不連続部3によって規制され、所定の開口数NAの集光光となる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 レーザ光源と、レーザ光源からのほぼ無収差の光束を光情報記録媒体の透明基板を介して情報記録面上に集光する正の屈折力を有する対物レンズと、情報記録面で反射され上記対物レンズを通過した光束を受光する受光手段を有する光情報記録媒体の光ピックアップ装置の記録再生用対物レンズであって上記対物レンズの屈折面上、レーザ光源の波長と情報記録密度に応じて必要とされる光情報記録媒体側の開口数NAに対応する位置に、屈折面の法線方向が不連続に変化する部位を設けることにより集光光束径を規制したことを特徴とする光情報記録媒体の記録再生用対物レンズ

【請求項2】 請求項1の記録再生用対物レンズにおいて、該対物レンズは単レンズとして構成され、上記屈折面の法線方向が不連続に変化する部位は上記対物レンズの光源側の面上に設けられていることを特徴とする光情報記録媒体の記録再生用対物レンズ

【請求項3】 請求項1あるいは請求項2の記録再生用対物レンズにおいて、上記屈折面の法線方向が不連続に変化する部位は、屈折面に設けた段差であることを特徴とする光情報記録媒体の記録再生用対物レンズ

【請求項4】 請求項3の記録再生用対物レンズにおいて、上記段差面は、アンダーカットのない形状とされていることを特徴とする光情報記録媒体の記録再生用対物レンズ

【請求項5】 請求項3あるいは請求項4の記録再生用対物レンズにおいて、上記段差の光軸方向の高さ $\Delta$ は、光源波長を $\lambda$ としたとき

$$\Delta/\lambda < 200/8$$

であることを特徴とする光情報記録媒体の記録再生用対物レンズ

【請求項6】 請求項1ないし請求項5の何れかの記録再生用対物レンズにおいて、上記屈折面の法線方向が不連続に変化する部位よりも光軸側の面形状を表す関数を $f(h)$ 、段差の外側の面形状を表す関数を $g(h)$ としたとき、

$$f'(h) \neq g'(h)$$

であることを特徴とする光情報記録媒体の記録再生用対物レンズただし $h$ は光軸からの高さを表す。

【請求項7】 請求項1ないし請求項6の何れかの記録再生用対物レンズにおいて、面形状 $g(h)$ によって生じる球面収差は、面形状 $f(h)$ を周辺部へ延長したときに生じる球面収差に比して、よりアンダーであることを特徴とする光情報記録媒体の記録再生用対物レンズ

【請求項8】 請求項1ないし請求項6の何れかの記録再生用対物レンズにおいて、面形状 $g(h)$ によって生じる球面収差は、面形状 $f(h)$ を周辺部へ延長したときに生じる球面収差に比して、よりオーバーであることを特徴とする光情報記録媒体の記録再生用対物レンズ

【請求項9】 請求項1ないし請求項8の記録再生用対

物レンズにおいて、該対物レンズは屈折面の法線方向が不連続に変化する部位を含めて単一の透明材料で一体に形成されていることを特徴とする光情報記録媒体の記録再生用対物レンズ

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は光情報記録媒体の光ピックアップ装置の記録再生用対物レンズ、特に光情報記録媒体側の必要開口数NAに対応する位置に集光光束径を規制する部位を一体に設けた光情報記録媒体の記録再生用対物レンズに関する。

## 【0002】

【従来の技術】レーザ光源と、レーザ光源からのほぼ無収差の光束を光情報記録媒体の透明基板を介して情報記録面上に集光する正の屈折力を有する対物レンズと、情報記録面で反射され上記対物レンズを通過した光束を受光する受光手段を有する光情報記録媒体の光ピックアップ装置は、近年、特に小型化、軽量化、低コスト化が求められている。この様な要求に応えるため、対物レンズは単レンズとされるのが普通となり、図5に示すように、モールド成形されたレンズ11を合焦などの駆動に用いられるコイルのためのボビンを兼ねる部材12に接着する構造のものが多く用いられている。上記対物レンズは、レーザ光源の波長と情報記録密度に応じて一定の光情報記録媒体側の開口数NAが必要とされ、この開口数に対応する集光光束径を得るために、部材12には対物レンズ11面上を必要部位までを覆うように突出した絞り13が設けられている。

【0003】上記の対物レンズを、さらに小型化、軽量化を図るため、対物レンズとボビンを一体成形したものも提案されている（例えば特開昭61-148637号等）。しかし、この様な対物レンズにおいては、図5のような絞り13を対物レンズ11と一体成形しようとしても、型から抜くことが出来ないのが不可能である。また、絞りを別体として成形し、対物レンズに組み込むことは、工程を複雑とし、低コスト化の目的に反することとなる。また、絞りを別体にして組み込む場合は、絞りとレンズの屈折面との間隔が生じやすくなるが、この間隔があると、斜め入射光がよりレンズの周辺部を通る結果、収差が大きくなるという問題がある。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】この発明は、透明材料による一体成形により、他の部材又は追加の工程を経ずに、対物レンズに、光情報記録媒体上の情報記録の記録再生に必要な集光光束を得ることが出来る機能を与える光ピックアップ用の対物レンズを得ようとするものである。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】この発明の記録再生用対物レンズは、レーザ光源と、レーザ光源からのほぼ無収

差の光束を光情報記録媒体の透明基板を介して情報記録面上に集光する正の屈折力を有する対物レンズと、情報記録面で反射され上記対物レンズを通過した光束を受光する受光手段を有する光情報記録媒体の光ピックアップ装置の記録再生用対物レンズであって上記対物レンズの光源側の屈折面上、レーザ光源の波長と情報記録密度に応じて必要とされる光情報記録媒体側の開口数NAに対応する位置に、屈折面の法線方向が不連続に変化する部位を設けることにより集光光束径を規制したことを特徴とする。この対物レンズは単レンズであり、この屈折面の法線方向が不連続に変化する部位は、光源側の面上に形成されるのがよい。より具体的には、図1に見るように、ポビン2と一体に成形された対物レンズ1の光源側の屈折面S1に設けた段差3とすることにより、法線方向の不連続性を確実に大きく採ることが出来る。これにより、不連続部3より外側の屈折面を通過した光束は、内側の光束の集光点には集光せず、記録再生に有効な光束径はこの不連続部3によって規制され、所定の開口数NAの集光光となる。なお、本発明の詳細な説明の項においては、不連続部3は屈折面S1条に設けたが、集光光束径の規制作用は、不連続部3を回折面あるいは反射面に設けても同様であり、本明細書においては、「屈折面」は回折面あるいは反射面を含むものとして理解されるべきである。

#### 【0006】

【発明の実施の形態】より具体的には、不連続部3を有する記録再生用対物レンズにおいて、図2を参照して、上記不連続部を段差3とした場合、この段差の光軸O方向の高さ $\Delta$ は、光源波長を $\lambda$ としたとき

$$\Delta/\lambda < 200/8$$

であることが望ましい。高さ $\Delta$ がそれ以上に大きくなると、屈折面S1から段差への移行部に屈折面のだれが生じやすくなる。また、図2のように外側の屈折面S2が光情報記録媒体側へ変位している場合には、段差面の光軸Oに垂直な面に対する角度 $\theta$ は $90^\circ$ より大とすることが望ましい。これにより、段差がアンダーカットのない形状となり、成形が容易となる。逆に光軸側へ変位している場合には、 $90^\circ$ より小となる。

【0007】上記の記録再生用対物レンズにおいて、hを光軸からの高さとしたとき、上記この屈折面の法線方向が不連続に変化する部位、すなわち、図2のレンズにおいては段差3よりも光軸側の面S1の形状を表す関数をf(h)、段差の外側の面S2の形状を表す関数をg(h)としたとき、その微分関数f'(h)、g'

(h)は

$$f'(h) \neq g'(h)$$

であることが必要である。もし面形状が

$$f'(h) = g'(h)$$

であれば、外側の面S2からの光束と内側の面S1からの光束はほぼ同じ点に集光することになってしまう。

【0008】このとき、面形状g(h)によって生じる球面収差は、面形状f(h)を周辺部へ延長したときに生じる球面収差に比して、よりアンダーであることが望ましい。一般に、対物レンズの合焦動作は、対物レンズと透明基板との接触を防ぐため、離れた位置から近付け

て行くことによって合焦を行う。このとき、面形状g(h)によって生じる球面収差がよりオーバーであると、合焦検出手段は、真の合焦位置の手前で面S2を透過した光束の合焦位置を検出してしまうこととなる。しかし、信号処理回路によって、この誤った合焦位置の検出を回避できる場合には、面形状g(h)によって生じる球面収差は、面形状f(h)を周辺部へ延長したときに生じる球面収差に比して、よりオーバーであることが望ましい場合が多い。よりオーバーとなる面形状は、面形状f(h)よりも曲率の弱い面であり、対物レンズの周辺厚を確保するのに有利となるからである。

【0009】上記の対物レンズは、屈折面の法線方向が不連続に変化する部位を含めて単一の透明材料で一体に形成される。上記対物レンズ1はポビン2と一体に形成されるのが望ましいことはいうまでもないが、対物レンズ1のみを成形する場合でも図3の従来品よりは勝っている。ポビンの成形時に絞り13が不要となるだけでなく、光束径の規制部分が屈折面そのものの上に形成されているので、斜め入射光に対しても収差の劣化を生じることがない。

#### 【0010】

【実施例】以下、本発明の対物レンズの実施例を示す。

表中、iは面番号、r<sub>i</sub>は曲率半径、d<sub>i</sub>は面間隔、n<sub>i</sub>は屈折率を示す。また、非球面形状を表す式は

#### 【数1】

$$x = \frac{h^2/r}{1 + \sqrt{1 - (1/\kappa)(h/r)^2}} + \sum_j A_j h^{P_j}$$

ただし、xは光軸方向の軸、hは光軸と垂直方向の軸、光の進行方向を正とし、rは近軸曲率半径、 $\kappa$ は円錐数、A<sub>j</sub>は非球面係数、P<sub>j</sub>は非球面のべき数（ただし、P<sub>j</sub> ≥ 3）である。

#### 【0011】

#### 実施例1

光源波長 : 780nm

横倍率 : -1/5.0

i	r <sub>i</sub>
1 (*1, *1')	2.360
2 (*2)	-3.848

焦点距離 : 3.22mm

像側開口数 : 0.45

d <sub>i</sub>	n <sub>i</sub>
2.55	1.53
1.88	1.0

5

6

3

 $\infty$ 

1.20

4

 $\infty$ 

## 非球面データ

\*1  $0 \leq h \leq 1.736$  (ただし、 $h$ : 光軸からのレンズ面高さ) $\kappa = -0.65899$  $A_1 = -0.19126 \times 10^{-2}$   $P_1 = 4$  $A_2 = -0.42737 \times 10^{-3}$   $P_2 = 6$  $A_3 = -0.14471 \times 10^{-4}$   $P_3 = 8$  $A_4 = -0.55726 \times 10^{-5}$   $P_4 = 10$ \*1'  $1.736 < h$  (ただし、 $h$ : 光軸からのレンズ面高さ) $d_1' = 2.55$  (ただし、 $d_1'$  は、 $i = 1'$  面を非球面形状式に従って光軸 ( $h = 0$ ) まで延長した面と光軸との交点と  $i = 2$  面との光軸上の間隔) $\kappa = -0.65899$  $A_1 = -0.19126 \times 10^{-2}$   $P_1 = 4$  $A_2 = -0.20000 \times 10^{-3}$   $P_2 = 6$  $A_3 = -0.10000 \times 10^{-4}$   $P_3 = 8$  $A_4 = -0.30000 \times 10^{-5}$   $P_4 = 10$ \*2  $\kappa = -0.99125 \times 10$  $A_1 = -0.28758 \times 10^{-2}$   $P_1 = 4$  $A_2 = 0.42999 \times 10^{-4}$   $P_2 = 6$  $A_3 = -0.40216 \times 10^{-4}$   $P_3 = 8$  $A_4 = 0.33548 \times 10^{-5}$   $P_4 = 10$ 

この実施例の球面収差図を図3に示す。

【0012】

## 実施例2

光源波長 : 780nm

焦点距離 : 3.22mm

横倍率 :  $-1/5.0$ 

像側開口数 : 0.45

i	r i	d i	n i
1 (*1, *1')	2.360	2.55	1.53
2 (*2)	-3.848	1.88	1.0
3	$\infty$	1.20	
4	$\infty$		

## 非球面データ

\*1  $0 \leq h \leq 1.736$  (ただし、 $h$ : 光軸からのレンズ面高さ) $\kappa = -0.65899$  $A_1 = -0.19126 \times 10^{-2}$   $P_1 = 4$  $A_2 = -0.42737 \times 10^{-3}$   $P_2 = 6$  $A_3 = -0.14471 \times 10^{-4}$   $P_3 = 8$  $A_4 = -0.55726 \times 10^{-5}$   $P_4 = 10$ \*1'  $1.736 < h$  (ただし、 $h$ : 光軸からのレンズ面高さ) $d_1' = 2.557232$ (ただし、 $d_1'$  は、 $i = 1'$  面を非球面形状式に従って光軸 ( $h = 0$ ) まで延長した面と光軸との交点と  $i = 2$  面との光軸上の間隔) $\kappa = -0.65899$  $A_1 = -0.19126 \times 10^{-2}$   $P_1 = 4$  $A_2 = -0.20000 \times 10^{-3}$   $P_2 = 6$  $A_3 = -0.10000 \times 10^{-4}$   $P_3 = 8$  $A_4 = -0.30000 \times 10^{-5}$   $P_4 = 10$ \*2  $\kappa = -0.99125 \times 10$

$$\begin{aligned}
 A_1 &= -0.28758 \times 10^{-2} & P_1 &= 4 \\
 A_2 &= 0.42999 \times 10^{-4} & P_2 &= 6 \\
 A_3 &= -0.40216 \times 10^{-4} & P_3 &= 8 \\
 A_4 &= 0.33548 \times 10^{-5} & P_4 &= 10
 \end{aligned}$$

この実施例の球面収差図を図4に示す。

#### 【0013】

【発明の効果】この発明の光ピックアップ用の対物レンズは、透明材料による一体成形により、他の部材又は追加の工程を必要とせずに、対物レンズに、光情報記録媒体上の情報記録の記録再生に必要な集光光束を得ることが出来る機能を備えており、光ピックアップの小型化、軽量化、低コスト化を実現することが出来たものである。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の光ピックアップ装置の記録再生用対物単レンズの1実施例の構成を示す概念図である。

【図2】本発明の光ピックアップ装置の記録再生用対物

単レンズの1実施例の段差部の構成を示す部分拡大図である。

【図3】本発明の光ピックアップ装置の記録再生用対物単レンズの1実施例の球面収差図である。

【図4】本発明の光ピックアップ装置の記録再生用対物単レンズの他の実施例の球面収差図である。

【図5】従来の光ピックアップ装置の構成を示す概念図である。

#### 【符号の説明】

1, 11 対物レンズ  
2, 12 ボビン部材  
3 段差部  
13 絞り

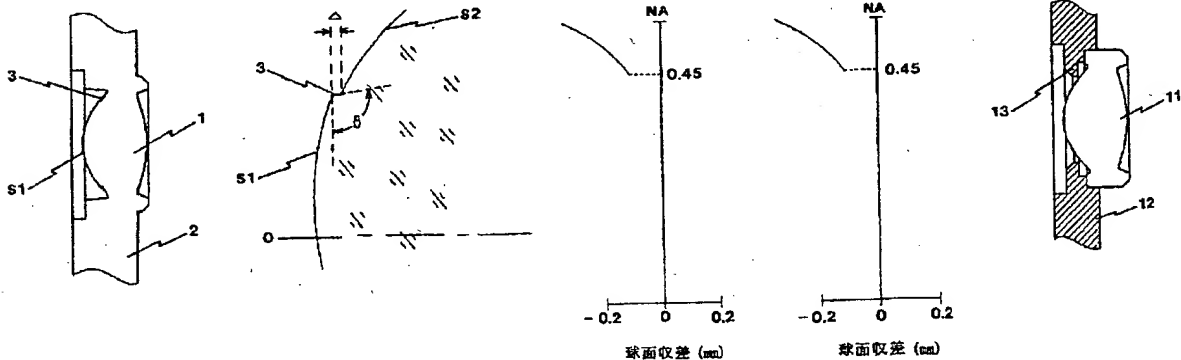
【図1】

【図2】

【図3】

【図4】

【図5】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2H087 KA13 LA01 PA01 PA17 PB01  
QA02 QA07 QA14 QA34 RA05  
RA12 RA13 RA34  
9A001 KZ16

*Date: August 31, 2001*

### *Declaration*

*I, Megumi Odawara, a translator of Fukuyama Sangyo Honyaku Center, Ltd., of 16-3, 2-chome, Nogami-cho, Fukuyama, Japan, do solemnly and sincerely declare that I understand well both the Japanese and English languages and that the attached document in English is a full and faithful translation, of the copy of Japanese Unexamined Patent No. 2000-98220 laid open on April 7, 2000.*

*M. Odawara*

*Megumi Odawara*

*Fukuyama Sangyo Honyaku Center, Ltd.*

RECORDING AND REPRODUCING OBJECTIVE LENS FOR OPTICAL  
INFORMATION RECORDING MEDIUM

Japanese Unexamined Patent No. 2000-98220

Laid-open on: April 7, 2000

Application No. Hei-10-282083

Filed on: September 18, 1998

Inventor: Yasuhiro SATO, et al.

Applicant: Konica Corporation

SPECIFICATION

[TITLE OF THE INVENTION] RECORDING AND REPRODUCING OBJECTIVE  
LENS FOR OPTICAL INFORMATION RECORDING MEDIUM

[ABSTRACT]

[Theme] To obtain an objective lens which can be molded to be integrated with a bobbin and can restrict the light flux converging diameter in the construction of the objective lens for an optical pickup.

[Solution Means] On the refractive surface S1 at the light source side of objective lens 1 molded to be integrated with bobbin 2, at a position corresponding to the numerical aperture NA at the optical information recording medium side which is required in accordance with the wavelength of a laser light

source and information recording density, step 3 is formed as a portion at which the normal line direction of the refractive surface discontinuously changes, whereby a light flux that has passed through the refractive surface outside discontinuous portion 3 does not converge on the inside light flux converging point, the light flux diameter that is effective for recording and reproducing is restricted by this discontinuous portion 3, and the light flux becomes converged light with a predetermined numerical aperture NA.

[WHAT IS CLAIMED IS:]

[Claim 1] A recording and reproducing objective lens for an optical pickup of an optical information recording medium comprising: a laser light source, an objective lens with positive refractive power for converging a light flux that has almost no aberrations from the laser light source on the information recording surface via a transparent substrate of the optical information recording medium, and a light receiving means for receiving the light flux that has been reflected by the information recording surface and passed through the objective lens, wherein a portion at which the normal line direction of the refractive surface discontinuously changes is formed at a position corresponding to the numerical aperture NA at the optical information recording medium side required



in accordance with the wavelength of the laser light source and the information recording density on the refractive surface of the objective lens, whereby the light flux converging diameter is restricted.

[Claim 2] A recording and reproducing objective lens for an optical information recording medium according to Claim 1, wherein the objective lens is constructed as a single lens, and the portion at which the normal line direction of the refractive surface discontinuously changes is provided on the surface at the light source side of the objective lens.

[Claim 3] A recording and reproducing objective lens for an optical information recording medium according to Claim 1 or 2, wherein the portion at which the normal line direction of the refractive surface discontinuously changes is a step provided on the refractive surface.

[Claim 4] A recording and reproducing objective lens for an optical information recording medium according to Claim 3, wherein the step surface is formed so as not to have undercuts.

[Claim 5] A recording and reproducing objective lens for an optical information recording medium according to Claim 3 or 4, wherein the height  $\Delta$  in the optical axial direction of the step is

$$\Delta/\lambda < 200/8.$$

[Claim 6] A recording and reproducing objective lens for an optical information recording medium according to any of Claims 1 through 5, wherein the function showing the surface form at the optical axial side from the portion at which the normal line direction of the refractive surface discontinuously changes is defined as  $f(h)$ , and the function showing the surface form outside the step is defined as  $g(h)$ ,  
 $f'(h) \neq g'(h)$ ,

where  $h$  shows the height from the optical axis.

[Claim 7] A recording and reproducing objective lens for an optical information recording medium according to any of Claims 1 through 6, wherein spherical aberration occurring due to the surface form  $g(h)$  goes under in comparison with the spherical aberration occurring when the surface form  $f(h)$  is extended to the circumferential portion.

[Claim 8] A recording and reproducing objective lens for an optical information recording medium according to any of Claims 1 through 6, wherein spherical aberration occurring due to the surface form  $g(h)$  goes over in comparison with the spherical aberration occurring when the surface form  $f(h)$  is extended to the circumferential portion.

[Claim 9] A recording and reproducing objective lens for an optical information recording medium according to Claims 1

through 8, wherein the objective lens is formed from a single transparent material in an integrated manner including the portion at which the normal line direction of the refractive surface discontinuously changes.

[DETAILED DESCRIPTION OF THE INVENTION]

[0001]

[Field of the Invention] The present invention relates to a recording and reproducing objective lens for an optical pickup of an optical information recording medium, more specifically, a recording and reproducing objective lens for an optical information recording medium in which a portion for restricting the light flux converging diameter is provided at a position corresponding to the necessary numerical aperture NA at the optical information recording medium side in an integrated manner.

[0002]

[Prior Arts] Recently, reductions in size, weight, and cost have been demanded for an optical pickup of an optical information recording medium comprising a laser light source, an objective lens with positive refractive power for converging a light flux having almost no aberrations on the information recording surface via a transparent substrate of the optical information recording medium, and a light receiving means for

receiving the light flux that has been reflected by the information recording surface and passed through the objective lens. To meet such demands, the objective lens is normally a single lens, and as shown in Fig. 5, in many structures, molded lens 11 is closely adhered to member 12 which also serves as a bobbin for a coil to be used for driving such as focusing. In the objective lens, a constant numerical aperture NA at the optical information recording medium side is required in accordance with the wavelength of the laser light source and the information recording density, and in order to obtain a light flux converging diameter corresponding to this numerical aperture, aperture stop 13 projecting so as to cover the surface of the objective lens 11 up to a necessary portion is provided on this member 12.

[0003] To further reduce the size and weight of the abovementioned objective lens, an objective lens molded in an integrated manner with a bobbin has been proposed (in, for example, Japanese Unexamined Patent Publication No. Sho-61-148637 and others). However, in such an objective lens, even if it is attempted to mold aperture stop 13 shown in Fig. 5 in an integrated manner with the objective lens 11, they cannot be taken out from the mold, so that such molding is not possible. In addition, a method in which an aperture stop is separately

molded and installed into an objective lens makes the process complicated and is contrary to the object of reducing the cost. Furthermore, in the case where an aperture stop is separately molded and installed, a space is easily generated between the aperture stop and the refractive surface of a lens, and due to this space, aberration becomes great since the diagonal incidence light passes through nearer the circumferential portion of the lens.

[0004]

[Problems to be Solved by the Invention] By the invention, an objective lens for an optical pickup by monolithic molding using a transparent material without additional members and processes, which is provided with a function to obtain a converging light flux required for recording and reproducing information onto and from an optical information recording medium is obtained.

[0005]

[Means for Solving Themes] A recording and reproducing objective lens for an optical pickup of an optical information recording medium according to the invention comprises a laser light source, an objective lens with positive refractive power for converging a light flux having almost no aberrations from the laser light source on the information recording surface

via a transparent substrate of the optical information recording medium, and a light receiving means for receiving the light flux that has been reflected by the information recording surface and passed through the objective lens, wherein, at a position corresponding to the numerical aperture NA at the optical information recording medium side required in accordance with the wavelength of the laser light source and the information recording density on the refractive surface at the light source side of the objective lens, a portion at which the normal line direction of the refractive surface discontinuously changes is provided to restrict the light flux converging diameter. It is preferable that this objective lens is a single lens, and the portion at which the normal line direction of the refractive surface discontinuously changes is formed on the surface at the light source side. More specifically, as shown in Fig. 1, by providing step 3 on the refractive surface S1 at the light source side of the objective lens 1 molded monolithically with the bobbin 2, discontinuity of the normal line direction can be secured to be great. Thereby, the light flux that has passed through the refractive surface outside rather than the discontinuous portion 3 does not converge on the inside light flux converging point, and the light flux diameter effective for recording and reproducing

is restricted by this discontinuous portion 3, and the light flux becomes a converged light with a predetermined numerical aperture NA. In addition, in the section DETAILED DESCRIPTION OF THE INVENTION, the discontinuous portion 3 is provided to be a streak S1 on the refractive surface, however, the effect for restricting the light flux converging diameter is identical even when the discontinuous portion 3 is provided on the diffractive surface or reflective surface, and in this specification, the "refractive surface" should be interpreted so as to include the diffractive surface or reflective surface.

[0006]

[Preferred Embodiment] More concretely, in the recording and reproducing objective lens having the discontinuous portion 3, with reference to Fig. 2, on supposition that the light source wavelength is  $\lambda$ , when the discontinuous portion is step 3, the height  $\Delta$  in the direction of the optical axis O of this step is desirably

$$\Delta/\lambda < 200/8.$$

If the height  $\Delta$  becomes higher than this, the refractive surface easily sags at the transfer portion from the refractive surface S1 to the step. In addition, as shown in Fig. 2, in the case where the outside refractive surface S2 displaces toward the optical information recording medium side, the angle  $\theta$  with

respect to the surface perpendicular to the optical axis  $O$  of the step surface is desirably more than  $90^\circ$ . Thereby, the step has a form without undercuts, and molding becomes easy. To the contrary, if the refractive surface  $S2$  displaces toward the optical axis side, the angle becomes less than  $90^\circ$ .

[0007] In the abovementioned recording and reproducing objective lens, on the supposition that the height from the optical axis is defined as  $h$ , and the function showing the form of the portion at which the normal line direction of the refractive surface discontinuously changes, that is, the function showing the form of the surface  $S1$  at the optical axis side from step 3 in the lens of Fig. 2 is defined as  $f(h)$ , and the function showing the form of the surface  $S2$  outside the step is defined as  $g(h)$ , the differential functions  $f'(h)$  and  $g'(h)$  must satisfy

$$f'(h) \neq g'(h).$$

If the surface form is

$$f'(h) = g'(h),$$

the light flux from the outside surface  $S2$  and the light flux from the inside surface  $S1$  converge on the same point.

[0008] At this time, spherical aberration occurring due to the surface form  $g(h)$  is desirably under in comparison with the spherical aberration occurring when the surface form  $f(h)$  is



extended to the circumferential portion. Generally, focusing operation of the objective lens is carried out so that the lens approaches the transparent substrate from a distant position in order to prevent contact between the objective lens and transparent substrate. At this time, if the spherical aberration occurring due to the surface form  $g(h)$  is over, the focusing detecting means detects a focusing position of the light flux that has permeated the surface  $S_2$  before the true focusing position. However, in many cases where such detection of erroneous focusing positions can be prevented by a signal processing circuit, it is desirable that the spherical aberration occurring due to the surface form  $g(h)$  is over in comparison with the spherical aberration occurring when the surface form  $f(h)$  is extended to the circumferential portion. The surface form which causes the over spherical aberration is a surface with a weaker curvature than that of the surface form  $f(h)$ , and this is advantageous for securing the circumferential thickness of the objective lens.

[0009] The abovementioned objective lens is monolithically molded from a single transparent material including the portion at which the normal line direction of the refractive surface discontinuously changes. It is a matter of course that monolithic molding of the objective lens 1 and the bobbin 2

is desirable, however, even the case of molding the objective lens 1 alone is superior to the conventional product shown in Fig. 3. Not only does the aperture stop 13 become unnecessary when molding the bobbin, but also the light flux diameter restricting portion is formed on the refractive surface itself, so that deterioration of aberrations does not occur even in the case of diagonal incidence light.

[0010]

[Examples] Hereinafter, examples of the objective lens of the invention are shown. In the Tables, i shows the surface number,  $r_i$  shows the radius of curvature,  $d_i$  shows the surface interval, and  $n_i$  shows the refractive index. The equation showing the aspherical surface form is:

[Equation 1]

$$x = \frac{h^2 / r}{1 + \sqrt{1 - (1 + \kappa) (h / r)^2}} + \sum_j A_j h^{P_j}$$

In this equation,  $x$  shows the axis in the optical axial direction,  $h$  shows the axis perpendicular to the optical axis, and on supposition that the light progressing direction is positive,  $r$  shows the paraxial radius of curvature,  $\kappa$  shows the constant of the cone,  $A_j$  is the aspherical coefficient, and  $P_j$  is the power of the aspherical surface ( $P_j \geq 3$ ).

[0011]

# Example 1

Light source wavelength: 780nm

Horizontal magnification: -1/5.0

Focal length: 3.22mm

Image side numerical aperture: 0.45

i	ri	di	ni
1(*1, *1')	2.360	2.55	1.53
2(*2)	-3.848	1.88	1.0
3	$\infty$	1.20	
4	$\infty$		

## Aspherical surface data

*1	$0 \leq h \leq 1.736$	(h: height of the lens surface from the optical axis)
	$\kappa = -0.65899$	
	$A_1 = -0.19126 \times 10^{-2}$	$P_1 = 4$
	$A_2 = -0.42737 \times 10^{-3}$	$P_2 = 6$
	$A_3 = -0.14471 \times 10^{-4}$	$P_3 = 8$
	$A_4 = -0.55726 \times 10^{-5}$	$P_4 = 10$
*1'	$1.736 < h$	(h: height of the lens surface from the optical axis)
	$d_1' = 2.55$	(However, $d_1'$ shows the interval on the optical axis between the intersection of the surface of the surface $i=1'$ extended to the optical axis ( $h=0$ ) following the equation showing the aspherical surface form and the optical axis, and the surface $i=2$ .)
	$\kappa = -0.65899$	
	$A_1 = -0.19126 \times 10^{-2}$	$P_1 = 4$
	$A_2 = -0.20000 \times 10^{-3}$	$P_2 = 6$
	$A_3 = -0.10000 \times 10^{-4}$	$P_3 = 8$
	$A_4 = -0.30000 \times 10^{-5}$	$P_4 = 10$

\*2       $\kappa = -0.99125 \times 10$   
           $A_1 = -0.28758 \times 10^{-2}$      $P_1 = 4$   
           $A_2 = -0.42999 \times 10^{-4}$      $P_2 = 6$   
           $A_3 = -0.40216 \times 10^{-4}$      $P_3 = 8$   
           $A_4 = -0.33548 \times 10^{-5}$      $P_4 = 10$

The diagram of spherical aberration of this example is shown in Fig. 3.

#### Example 2

Light source wavelength: 780nm

Horizontal magnification:  $-1/5.0$

Focal length: 3.22mm

Image side numerical aperture: 0.45

i	ri	di	ni
1(*1, *1')	2.360	2.55	1.53
2(*2)	-3.848	1.88	1.0
3	$\infty$	1.20	
4	$\infty$		

#### Aspherical surface data

\*1       $0 \leq h \leq 1.736$       (h: height of the lens surface from the optical axis)  
           $\kappa = -0.65899$        $P_1 = 4$   
           $A_1 = -0.19126 \times 10^{-2}$      $P_2 = 6$   
           $A_2 = -0.42737 \times 10^{-3}$      $P_3 = 8$   
           $A_3 = -0.14471 \times 10^{-4}$      $P_4 = 10$   
           $A_4 = -0.55726 \times 10^{-5}$   
  
 \*1'       $1.736 < h$       (h: height of the lens surface from the optical axis)  
  
           $d_1' = 2.557232$       (However,  $d_1'$  shows the interval on the optical axis between the intersection of the surface of the surface  $i=1'$  extended to the optical axis ( $h=0$ ) following the equation showing the aspherical surface form and the optical axis, and the surface  $i=2$ .)

	$\kappa = -0.65899$	
	$A_1 = -0.19126 \times 10^{-2}$	$P_1 = 4$
	$A_2 = -0.20000 \times 10^{-3}$	$P_2 = 6$
	$A_3 = -0.10000 \times 10^{-4}$	$P_3 = 8$
	$A_4 = -0.30000 \times 10^{-5}$	$P_4 = 10$
*2	$\kappa = -0.99125 \times 10^{-2}$	
	$A_1 = -0.28758 \times 10^{-2}$	$P_1 = 4$
	$A_2 = -0.42999 \times 10^{-4}$	$P_2 = 6$
	$A_3 = -0.40216 \times 10^{-4}$	$P_3 = 8$
	$A_4 = -0.33548 \times 10^{-5}$	$P_4 = 10$

The diagram of spherical aberration of this example is shown in Fig. 4.

[0013]

[Effects of the Invention] This objective lens for an optical pickup according to the invention is provided with a function for obtaining converged light flux required for recording and reproducing information onto and from an optical information recording medium by monolithic molding using a transparent material without additional members and processes, whereby reductions in size, weight, and cost of an optical pickup can be realized.

[BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS]

[Fig. 1] A conceptual view showing the construction of an example of the recording and reproducing objective single lens for an optical pickup according to the invention.

[Fig. 2] A partially enlarged view showing the construction of the step of an example of the recording and reproducing

objective single lens for an optical pickup according to the invention.

[Fig. 3] A spherical aberration diagram of an example of the recording and reproducing objective single lens for an optical pickup according to the invention.

[Fig. 4] A spherical aberration diagram of another example of the recording and reproducing objective single lens for an optical pickup according to the invention.

[Fig. 5] A conceptual view showing the construction of a conventional optical pickup.

[Description of Symbols]

1, 11 objective lens

2, 12 bobbin

3 step

13 aperture stop

Fig.1

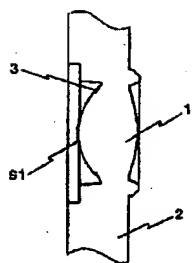


Fig.2

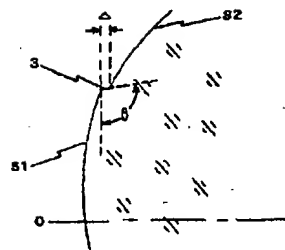


Fig.3

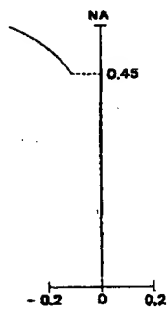


Fig.4

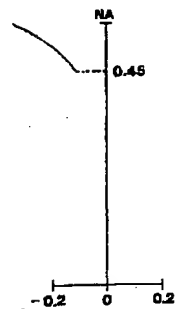
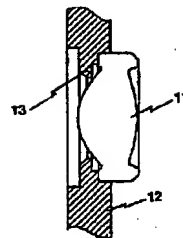


Fig.5



Spherical aberration (mm) Spherical aberration (mm)